

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004)

PCT

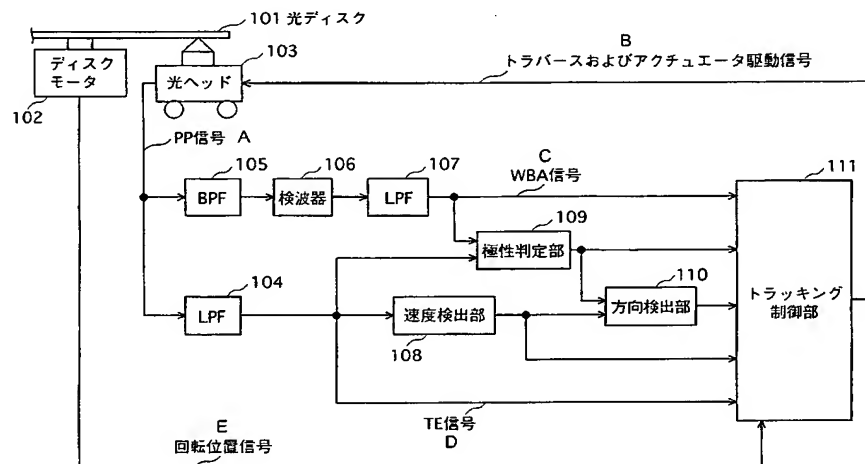
(10) 国際公開番号
WO 2004/034388 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 7/085
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012869
- (22) 国際出願日: 2003 年 10 月 8 日 (08.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2002-297292
2002 年 10 月 10 日 (10.10.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 大阪市 大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石橋 謙三 (ISHIBASHI, Kenzo) [JP/JP]; 〒570-0013 大阪府 守口市 東町 1-17-12 Osaka (JP). 上田 英司 (UEDA, Eiji) [JP/JP]; 〒614-8347 京都府 八幡市 橋本平野山 86-22 Kyoto (JP). 尾留川 正博 (BIRUKAWA, Masahiro) [JP/JP]; 〒573-0077 大阪府 枚方市 東香里新町 16-25 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 中島 司朗 (NAKAJIMA, Shiro); 〒531-0072 大阪府 大阪市 北区 豊崎三丁目2番1号 淀川5番館6F Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,

/続葉有/

(54) Title: OPTICAL DISC TRACKING CONTROL DEVICE, TRACKING CONTROL METHOD, AND TRACKING CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称: 光ディスクのトラッキング制御装置およびトラッキング制御方法並びにトラッキング制御プログラム



102...DISC MOTOR
101...OPTICAL DISC
103...OPTICAL HEAD
A...PP SIGNAL
B...TRAVERSE AND ACTUATOR DRIVE SIGNAL
106...DETECTOR
C...WBA SIGNAL

109...POLARITY JUDGMENT SECTION
111...TRACKING CONTROL SECTION
108...VELOCITY DETECTION SECTION
110...DIRECTION DETECTION SECTION
D...TE SIGNAL
E...ROTATION POSITION SIGNAL

(57) Abstract: An optical disc tracking control device capable of performing stable tracking. The device includes a signal detection section for detecting a tracking error signal and a wobble signal from a light spot, a velocity detection section for detecting a relative moving velocity of the light spot and the track, a polarity judgment section for judging that the light spot position is between grooves when the wobble signal amplitude value is equal to or below a predetermined value in the vicinity of the zero cross point of the tracking error signal, a moving direction detection section for

/続葉有/



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

detecting the moving direction of the light spot with respect to the track from the increase/decrease direction of the tracking error signal when the moving velocity is within a predetermined range and polarity is judged to be between grooves, and a control section for reducing the moving velocity and performing tracking according to the moving velocity and the moving direction.

(57) 要約:

光スポットからトラッキングエラー信号とウオブル信号とを検出する信号検出部と、光スポットとトラックとの相対的な移動速度を検出する速度検出部と、トラッキングエラー信号のゼロクロス点の近傍で、ウオブル信号振幅値が所定値以下のときには光スポット位置が溝間にあると判定する極性判定部と、移動速度が所定範囲内にあって、溝間と極性判定されたときには、トラッキングエラー信号の増減方向から光スポットのトラックに対する移動方向を検出する移動方向検出部と、移動速度と移動方向に基づいて、移動速度を低減してトラッキングを引込む制御部とを備え、安定なトラッキング引込みができる光ディスクのトラッキング制御装置を提供する。

明細書

光ディスクのトラッキング制御装置およびトラッキング制御方法並びにトラッキング制御プログラム

5 技術分野

本発明は、トラックがウオブル溝からなる光ディスクに情報を記録再生する光ディスク装置に用いるトラッキング制御装置およびトラッキング制御方法に関するものであり、アクセス領域が未記録であり、かつ溝と溝間との反射率差がなくても、ウオブル信号振幅からトラッキングの極性判定および光スポットとトラックの相対的な移動方向検出を行い、光ディスク装置の立上げ時やシーク時のトラッキング引込みの安定化と高精度化を可能とする。

背景技術

従来から、光ディスクのフォーマット効率を上げるため、クロックとアドレス情報を含むウオブル溝が使われてきた。回転制御用クロックをアドレス情報で変調した信号で案内溝（溝、グループとも呼ぶ）を蛇行させた溝を情報トラックとし、その上にデータを記録する光ディスクである。アドレス専用領域を設けることなく、トラック全域にデータが記録できるので、同一の記録密度でもユーザデータの記録割合を増やせる利点がある。この例としては、CD-RのATIP方式やMDのADIP方式が知られている。ウオブル信号は、トラッキングオン時のプッシュプル信号から抽出できる。ウオブル信号の帯域は、データに影響しないようデータ変調信号帯域より低く、トラッキングに影響しないようにトラッキング制御帯域より高く設定されている。

一方、光ディスク装置の立上げおよびシークの高速化、安定化は重要な設計課題であり、立上げ時やシーク時のトラッキング引き込み安定化が欠かせない。そのためには、トラッキング極性判定ならびに光スポットのトラックに対する移動方向検出が重要である。これを実現するため、従来からROMディスクではトラック上にデータエンベロープを利用する方法があった。しかし、記録可能型（追記型や書換型）の光ディスクでは、未記録領域があるのでこの方法はうまく機能

しない。記録可能型では、従来から溝と溝間（ランドとも呼ぶ）からの反射率差を利用する例えば、特開平6-301988号公報記載の第1の方法がある。この方法では、ランドとグループの比（L/G比）を1からずらし、意図的に反射率差のある溝を設計、作製している。

- 5 近年の青紫色レーザを使った光ディスクの開発では、ウオブル溝の利用とともに、高密度化のためより狭いトラックピッチの実現が求められる。それに伴い、光ディスク基板の成形性、ウオブル信号、トラッキングエラー信号（以下TE信号とも呼ぶ）、録再特性などの確保が優先され、L/G比は1前後の値に設定せざるを得なくなり、溝と溝間の反射率差の確保は難しくなってきた。これを克服
- 10 するための方法として例えば、特開2000-3525号公報記載の第2の技術がある。これには、3ビーム方式であって、メインビームから内外にそれぞれ1/4トラックずらした2個のサブビームから、それぞれプッシュプル信号を得てその差動からクロストラック信号を得て、トラッキング極性判定と移動方向検出に使う提案がされている。この提案は、従来のDPP（差動プッシュプル）のサブビームがメインビームからそれぞれ別方向に1/2トラックピッチずらしてあ
- 15 ったために、トラッキング極性判定できない点を改善したものである。

- また、ウオブル溝付き光ディスクのトラッキング制御装置として、例えば、特開2001-202635号公報記載の第3の技術がある。これには、トラッキングオフ時の「溝と溝間でウオブル信号の振幅差が必ずある」という前提でクロス
- 20 トラック信号を生成して移動方向検出を利用する提案がされている。

- しかしながら、第2の技術のような3ビーム方式は、1ビーム方式に比べて、レーザの出射パワーを大きくする必要がある。小型ヘッドで消費電力や発熱量を抑えたいモバイルなどの用途には1ビーム方式を使いたい。3ビームを使うにしても、未記録領域を記録するときにトラッキングオフセットをキャンセルできる
- 25 利点のある従来のDPPを使いたい。

また第3の技術で示される、「溝と溝間でウオブル信号の振幅差が必ずある」前提は、ウオブル長を基本的に一定としているCLVタイプの光ディスクでは成立しない。従来の技術で引用した以外にDVD-R、DVD+R、DVD-RWならびにDVD+RWなども前提が当てはまらない。この種の光ディスクのウオ

ブル溝は内周からスパイラル状になっているので、1回転あたりのトラック長は外周ほど長くなり、ウオブル長が一定だとウオブル位相が順次遅れることになる。一般に、溝間のウオブル信号振幅は、両隣の溝からのウオブル信号の重畳によって決まると考えられる。ウオブル位相が順次遅れると溝間の両隣のウオブル位相も順次変化する。逆相の場合にはウオブル信号振幅は小さくなるが、同相の場合には溝上とほぼ同じウオブル信号振幅となる。この問題については次に具体例を説明するが、定量的な内容は、発明の実施の形態において図8ないし図10を用いて説明する。

図1は前述の前提が当てはまらない具体例であり、ウオブル長を一定（クロック情報のみ）にして試作した光ディスクのプッシュプル信号波形を示している。左の波形は、トラッキングオフ時の偏心ディスク1回転分のプッシュプル信号波形である。右側の波形は、左の（a）、（b）、（c）の部分を拡大した波形である。TE信号にウオブル信号が重畳されているのが分かる。（a）と（b）は、ほぼ同一トラック上の波形でトラックの光スポットに対する移動方向が反対になっており、それぞれ立下り時ならびに立ち上がり時にウオブル信号振幅が低減している。

この点、すなわちウオブル信号振幅が小さい部分は、溝間と判定できる。移動方向は別途のジャンピング波形の観測によって比較確認した。それによると、（a）と（b）はそれぞれ、光スポットがトラックに対して外向きと内向きに相対移動している状態である。しかし、別トラック位置の（c）の波形では、立ち上がり、立下りともウオブル信号振幅は一定であり、ウオブル信号振幅からは移動方向は判定できない。

以上のように具体データから、CLVタイプの光ディスクでは、「溝と溝間でウオブル信号の振幅差が必ずある」前提は成立しないことが分かる。また、実用的にウオブル信号がアドレス情報で変調される光ディスクでは、変調方法によるが、溝間でウオブル位相が逆転してウオブル信号振幅が小さくなると期待される場所でも、変調のために局所的に同相（あるいは同相近く）になりスパイク的にウオブル信号振幅が大きくなる問題点も発生する。つまり、単純にウオブル信号振幅のみでは、トラッキングの極性判定や移動方向検出はできないという課題が

第3の技術にはある。

ところで、「溝と溝間でウオブル信号の振幅差が必ずある」前提は、DVD-RAMのようなZCLVの光ディスクにも成立しない。具体的に、DVD-RAMはウオブルをクロック信号にのみ使用している。グループ記録のほかランド記録時にもグループと同等のウオブル信号振幅が得られるよう、グループのウオブルはゾーン内で同相になるように形成される。つまり、溝間であるランドでもウオブル信号振幅は低減しない。ただし、このDVD-RAMのように溝と溝間でウオブル信号振幅が同一のものは、本発明の対象ではない。

10 発明の開示

本発明は、以上説明した課題を解決するために、ウオブル溝付き光ディスクにおいて溝間（ランド部）でのウオブル信号振幅が変動しても、ウオブル信号振幅が所定値以下となるTE信号ゼロクロス点を溝間と判定して、光スポットの相対移動速度が所定範囲内のときには外挿によってトラッキングの極性判定と移動方向検出を正確に実施する。本発明は、溝と溝間で反射率差がなくかつ未記録領域のある光ディスクであっても、1ビームやDPPなど検出方式によらず、立上げ時およびシーク時の安定かつ高精度なトラッキングを引込みを実現し、立上げおよびシーク動作を高速化かつ安定化できるトラッキング制御装置およびトラッキング制御方法を提供することを目的とする。

20 前記目的は、トラックがウオブル溝からなる光ディスクのトラッキング制御装置であって、光ディスク上にフォーカシングさせた光スポットからトラッキングエラー信号とウオブル信号とを検出する信号検出手段と、トラッキングオフ時に前記トラッキングエラー信号のゼロクロス点の周期とトラックピッチとから前記光スポットと前記トラックとの相対的な移動速度を計算する速度計算手段と、
25 前記ゼロクロス点の近傍で、ウオブル信号振幅値が所定値以下のときに、前記光スポット位置が溝間にあると極性判定する極性判定手段と、前記移動速度が所定範囲内にあって、前記溝間と極性判定されたときに、前記トラッキングエラー信号の増減方向から前記光スポットの前記トラックに対する移動方向を判定する移動方向判定手段とを備えることにより達成される。

このような構成によって、ウオブル信号振幅からトラッキングの極性判定および光スポットとトラックの相対的な移動方向判定を精度よくすることができる。

ここで、前記移動速度と前記移動方向とに基づいて、前記移動速度を低減してトラッキングを引き込む制御手段を備え、前記移動方向判定手段は、前記トラッキングエラー信号の微分係数の正負に従い、光スポットがトラックの内周から外周又は外周から内周へと移動しているかを判定することとしている。

このような構成によって、移動方向の判定が容易にでき、光ディスク装置の立上げ時やシーク時のトラッキング引込みの安定化と高精度化を図ることができる。

ここで、前記制御手段は、前記光ディスクの少なくとも半回転分のトラッキングエラー信号からの前記移動速度と前記移動方向とに基づき、前記光ディスク 1 回転分の偏心量を計算して記憶する偏心記憶部と、前記光スポットを横切る偏心トラック群の中の特定トラックが、前記光スポットを通過する通過タイミングで、前記光スポットを前記偏心記憶部の偏心量に基づき、前記特定トラックにはほぼ追従させる追従部と、前記追従をさせながら、前記特定トラックおよびその近くのトラックにトラッキングを引き込む第 1 の引込部とを有することとしている。

このような構成によれば、光ディスク装置立上げ時の光ディスク偏心が多くても、任意のトラック付近にトラッキングが安定にしかも高速に引き込める。

ここで、前記特定トラックは、前記偏心トラック群のほぼ中央のトラックであることとしている。

このような構成によって、トラッキング引き込み後の対物レンズシフトの平均値を 0 に近づけることができ、トラバースによるシフト量の補正待ち時間なく、録再動作に入れる。

ここで、前記制御手段は、前記光ディスクの少なくとも半回転分のトラッキングエラー信号からの前記移動速度と前記移動方向に基づき、前記光ディスク 1 回転分の偏心量を計算して記憶する偏心記憶部と、前記光スポットを、前記偏心記憶部に記憶された偏心量に基づき、偏心トラック群の中のほぼ中央のトラックを常に追従させる第 2 の追従部と、任意のタイミングで、前記ほぼ中央のトラックにトラッキングを引き込む第 2 の引込部とを有することとしている。

このような構成によって、より速いタイミングでトラッキング引き込みを中央のトラックに引き込めるので、光ディスク装置の立上げ時間もしくはリカバリ時間を高速にできる。

ここで、前記制御手段は、前記光ディスクのウオブル位相の基準半径位置、トラックピッチおよびウオブル長とトラック番号と回転角度で示されるトラック上の任意点に隣接する溝間のウオブル信号振幅を計算する振幅計算部と、 シーク終了時のトラッキング引き込み前の光スポットの移動速度を前記所定範囲内に抑え、前記方向検出手段から判定した溝間でのウオブル信号振幅の測定データ列として記憶する振幅記憶部と、目標トラックヘシークするための溝カウント値から、
5 前記光スポットが横断する複数の溝間のウオブル信号振幅を、前記振幅計算部で計算した計算データ列をテンプレートとし、前記測定データ列との相関により前記溝カウント値のシーク途中のカウント誤差を補正する誤差補正部とを有することとしている。

このような構成によって、シーク中の溝カウント誤差を補正して、一発で目標
15 トラックにシークができるので、シーク時間を高速でかつ安定にできる。

ここで、請求の範囲第2項記載の光ディスクのトラッキング制御装置において、前記極性判定手段は、前記光ディスクからのRF信号振幅値が所定値以上のときには前記光スポットが溝上と判定する第1の判定部と、前記光ディスクの溝と溝間からの全光量信号差がある場合に、前記全光量信号で溝上または溝間と判定する第2の判定部と、前記光ディスクの溝と溝間からの全光量信号差がある場合で、
20 前記光ディスクからのRF信号振幅が所定値以上の場所を除外して、前記全光量信号で溝または溝間と判定する第3の判定部とのうち、少なくともいずれかの判定部を有し、前記移動方向判定手段は、更に前記各判定部のいずれかで溝上または溝間と極性判定されたときに、前記トラッキングエラー信号の増減方向から前記光スポットの前記トラックに対する移動方向を判定することとしている。

このような構成によって、極性判定精度をよりより高められるので、立上げ時やシーク時のトラッキング引き込み安定性をより向上できる。

また、前記目的は、トラックがウオブル溝からなる光ディスクのトラッキング制御方法であって、光ディスク上にフォーカシングさせた光スポットからトラッ

キングエラー信号とウオブル信号とを検出する信号検出ステップと、トラッキングオフ時に前記トラッキングエラー信号のゼロクロス点の周期とトラックピッチとから前記光スポットと前記トラックとの相対的な移動速度を計算する速度計算ステップと、前記ゼロクロス点の近傍で、ウオブル信号振幅値が所定値以下のときに、前記光スポット位置が溝間にあると極性判定する極性判定ステップと、前記移動速度が所定範囲内にあって、前記溝間と極性判定されたときに、前記トラッキングエラー信号の増減方向から前記光スポットの前記トラックに対する移動方向を判定する移動方向判定ステップとを有することを特徴とする光ディスクのトラッキング制御方法により達成される。

- 10 このような方法によって、ウオブル信号振幅からトラッキングの極性判定および光スポットとトラックとの相対的な移動方向判定を精度よくすることができる。

更に、前記目的は、トラックがウオブル溝からなる光ディスクのトラッキング制御をコンピュータに実行させるトラッキング制御プログラムであって、光ディスク上にフォーカシングさせた光スポットからトラッキングエラー信号とウオブル信号とを検出する信号検出ステップと、トラッキングオフ時に前記トラッキングエラー信号のゼロクロス点の周期とトラックピッチとから前記光スポットと前記トラックとの相対的な移動速度を計算する速度計算ステップと、前記ゼロクロス点の近傍で、ウオブル信号振幅値が所定値以下のときに、前記光スポット位置が溝間にあると極性判定する極性判定ステップと、前記移動速度が所定範囲内にあって、前記溝間と極性判定されたときに、前記トラッキングエラー信号の増減方向から前記光スポットの前記トラックに対する移動方向を判定する移動方向判定ステップとを有することを特徴とする光ディスクのトラッキング制御プログラムにより達成される。

- 20 このようなトラッキング制御プログラムをトラッキング制御装置に適用して、
25 トラッキングの極性判定と光スポットとトラックとの相対的な移動方向判定を精度よくすることができる。

図面の簡単な説明

図1は、ウオブル溝付き光ディスクのプッシュプル信号波形の説明図である。

図2は、ウオブル溝と光スポット走査の関係の説明図である。

図3は、隣接トラックとのウオブル位相差および溝間ウオブル信号振幅の説明図である。

図4は、トラック毎の外周トラックとの溝間ウオブル信号振幅の説明図である。

5 図5は、実施の形態1のブロック図である。

図6は、実施の形態1の動作タイミング図である。

図7は、偏心メモリーないときの引き込み処理の説明図である。

図8は、偏心メモリー付きの引き込み処理の説明図である。

図9は、シーク終了時のトラッキング引き込み処理の説明図である。

10 図10は、上記実施の形態の主要な動作を説明するフローチャートである。

図11は、実施の形態2のブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

15 (実施の形態1)

実施の形態1について、説明する前に前提となるウオブル信号振幅について図2、図3および図4を用いて定量的に説明する。

＜ウオブル信号振幅の定量説明＞

20 図2ないし図4は、本発明の着眼点である溝間のウオブル信号振幅について、トラック位置によってどのように変化するかを計算して、結果を図に示した。ここでの光ディスクは、CLV方式で溝は内周から外周に向けて一定のトラックピッチでスパイラル状にカッティングされるものとし、ウオブルは一定長の正弦波とした。

25 溝のウオブル位相は、それまでにカッティングされた溝の長さによって決まる。溝長 L_g (m) は、カッティング始点 (基準点) の半径を R (m)、カッティングの総回転角度を ω (rad)、トラックピッチを T_p (m) とすると、式 (数1) で表せる。この式は、「1回転の螺旋の長さを、螺旋の始点を半径とする円の円周の長さとし、螺旋の終点を半径とする円の円周の長さの平均値とする」考えを一般化して求めた。基準点の回転位置から1回転分の溝を1トラックとし、

トラック番号を0から数えて T_n とし、トラック上の回転角度を基準点からの角度を θ とすると、総回転角度 ω は $2\pi T_n + \theta$ とも表せる。

$$L_g = \omega (R + \omega \cdot T_p / 4\pi) \quad \dots \text{(数1)}$$

具体的なウオブルを形成する溝のラジアル方向の変位 D (m) は式 (数2) で表せる。ここで、 L_w (m) はウオブル長、 A_w (m) はウオブル振幅である。
5 変位は基準点の位相を0とし外周方向を正としている。

$$D = A_w \cdot \sin(2\pi \cdot L_g / L_w) \quad \dots \text{(数2)}$$

図2は、式 (数1) と (数2) から、溝のウオブル状態を計算して光ディスク上でウオブル溝がどう配置されるかを示した拡大図である。計算条件は、 $R = 1$
10 1 mm 、 $T_p = 0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $L_w = 5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $A_w = 0.05\text{ }\mu\text{m}$ で、 L/G 比は1とした。基準点 $\theta = 0$ からスタートして、ウオブル約1.5周期分のトラック5本を示した。ただし、 A_w は実際のウオブル振幅より大きくとり、ウオブル状態を誇張して分かりやすくした。

この図からも分かるように、各トラックのウオブルの位相は異なる。ウオブル
15 信号振幅を調べるため、図のa、b、cに、この光ディスク上を走査する光スポットを示した。aのように、光スポットがトラック2上を走査しているときは、ウオブル信号振幅は溝G (グループ) の蛇行通りに、所定の大きさに安定して得られる。bは、光スポットがトラック1とトラック2の溝間L (ランド) にある場合を示すが、このときの両トラックのウオブル位相はほぼ同一なので、得られる
20 ウオブル信号振幅はaと同じく所定の大きさに安定して得られ、小さくなることはない。逆にcのように光スポットが、ウオブル位相がほぼ逆相であるトラック2とトラック3の間の溝間にあるときは、ウオブル信号振幅はほぼ0となる。

なお、光スポットは光ディスクの回転によって図の太い矢印の方向に走査される一方、トラッキングオフ時は、光ディスクの偏心もしくは光スポットの移動
25 によって光スポットは溝もしくは溝間をラジアル方向に横切って移動する。図示したのは、その移動速度が走査速度に対して比較的小さく、光スポットが溝もしくは溝間のみ走査しているところである。溝と溝間でウオブル信号振幅が適切に観測されるには、光スポットが溝から溝間までの移動する間に、ウオブルが例えば10個以上含まれる必要がある。図2の例に当てはめると、移動速度/走査速

度比は、 $0.5 \times 0.5 / (5 \times 10)$ 以下となる。走査速度が 2.5 m/秒 なら移動速度は 12.5 mm/秒 以下の必要がある。この値は、光ディスクの偏心による移動速度レベルである。たとえば、光ディスクの偏心量を $50 \mu\text{m}$ (0 p) と若干大きめとし、偏心が正弦波で近似できるとすると、最大偏心速度は $R = 11 \text{ mm}$ の回転角速度 ($2.5 / 0.011 \text{ rad/秒}$) と偏心量の積となり、 11.4 mm/秒 と計算できる。

図3には、隣接トラックとのウオブル位相差と溝間走査時のウオブル信号振幅の計算例を示す。あるトラック上の対象点（総回転角度 ω ）とそのトラックの外周に位置するトラック（総回転角度 $\omega + 2\pi$ ）の点までの距離 L_t (m) は、総回転角度をそれぞれ式（数1）に入れて差を計算することで、式（数3）として求められる。この L_t をウオブル長 L_w で割った余りに 2π を掛けることで位相差 d (rad) が求められる（式（数4））。前記対象点での溝間のウオブル信号の値は式（数5）で表せる。この値は瞬時値であり、ウオブル信号振幅は対象点近傍の少なくとも1周期分のウオブル信号の振幅から求める。具体的には、ウオブル長が円周に対して十分小さいので、式（数5）の定数項 $2 \cos(d/2)$ の絶対値から計算できる。図3では、カッティングの基準点0から2トラック分の位相差とウオブル信号振幅を例示した。計算条件は図2と同じである。横軸はトラック位置をトラック番号 T_n と回転角度 θ で示し、位相差とウオブル信号振幅をそれぞれ（a）と（b）で示す。位相差はトラック位置で順に増加し、それに応じたウオブル信号振幅が計算できる。ここで、ウオブル信号振幅の最大値は2である。この値は、 L/G 比が1のとき、溝上を走査したときのウオブル信号振幅に等しく、相対的なものである。振幅の絶対値は、ディスク上の物理的なウオブル振幅 A_w で決まる。

$$L_t = \omega \cdot T_p + \pi (2R + T_p) \quad \dots (数3)$$

$$d = 2\pi (L_t / L_w) \quad \dots (数4)$$

$$\sin(\omega) + \sin(\omega + d) = 2 \sin(\omega + d/2) \cos(d/2) \quad \dots (数5)$$

前述したように式（数3）、（数4）および（数5）を使うと、特定トラックの特定回転角度での溝間のウオブル信号振幅が計算できる。図4には、図2、

3と同計算条件で、回転角度 θ を0に固定したときの各トラック番号でのウオブル信号振幅を示した。特定の規則で、トラック数本毎にウオブル信号振幅が小さくなる。正規化値2に対して半分の1を切るのは、ここでは3本に1本程度である。 θ が変わると、極小となるトラック番号は変化する。変換の規則は、トラックピッチ T_p とウオブル長 L_w で大きく変わる。 T_p が小さく、 L_w が大きいほど、一回転あたりの位相変化が小さいので、変換の周期は大きくなる。

以上で、ウオブル信号振幅を定量的に説明したが、以下、本発明の実施の形態1について図面を参照しながら説明する。

<実施の形態1の構成説明>

- 10 図5は本発明における実施の形態1のブロック図である。図5には、光ディスク装置内における、トラッキング制御装置の主要部のみを図示した。光ディスク101は、内周をリードインとするCLV制御タイプとし、溝はCLV制御用の一定長のクロックをアドレス情報で変調したウオブル信号で蛇行したウオブル溝からなるものとする。クロックは情報記録の基準クロックとしても使用する。
- 15 アドレス情報によるクロックの変調は、ここでは複数クロックのうち特定のクロック周期のみのクロック位相を通常クロックの逆相とするPSK（位相シフトキーイング）および／または数クロック周期内のみでクロック周波数を変化させるFSK（周波数シフトキーイング）を使っているものとする。この方式では、ADIP方式のFM変調と異なり、溝間のウオブル信号振幅が小さくなると期待され
- 20 るところでも、変調されたクロック周期の部分でランドを挟むグループのウオブル位相が同じとなり、スパイク状にウオブル信号振幅が大きくなる箇所が存在することがある（局所振幅変動と呼ぶ）。ただし、変調するクロック数の割合は、クロックの同期検出の外乱にならないよう、標準クロックの約1/10以下とする。データは溝上にトラッキングをかけて記録再生する。
- 25 光ディスク装置の立ち上げ時には、光ディスク101はディスクモータ102で所定の回転数で回転させ、光ヘッド103は不図示のトラバース手段で内周に移送し、レーザを点灯し、そしてフォーカスを引き込み、光ディスク101上に光スポットを形成する。ディスクモータ102からは、光ディスク101の光スポット位置を回転角度情報として知るため、回転位置信号が出力される。回転位

置信号は、ディスクモータ 102 に設けた FG センサまたはインデクスマークを検出するセンサから得られる。光ディスク 101 に反射率差によるインデクスマークを付けて、それを光センサで検出してもよい。前記回転角度情報は、回転位置信号とディスクモータ 102 の回転数もしくはモータの駆動信号の位相から、

5 その時々値が求められる。

光ヘッド 103 には、ラジアル方向に 2 分割された光検出器を内蔵し（不図示）、光検出器の差動信号をプッシュプル信号（PP 信号）として出力する。ここでの PP 信号は 1 ビームからの検出とする。トラッキングエラー信号（TE 信号）は、PP 信号から低域通過フィルタ LPF 104 によってウオブル信号成分を

10 除去して、得る。ウオブル信号振幅の検出は、まず PP 信号からウオブル信号帯域の帯域通過フィルタ BPF 105 を通してウオブル信号を得て、検波器 106 を通して振幅成分とする。ここで得られる振幅成分には、前述のようにアドレス情報の変調による局所振幅変動が含まれるので、これを除去するため、さらに低域通過フィルタ LPF 107 を通して、ウオブル信号振幅を示す WBA 信号を得る。

速度検出部 108 は、TE 信号のゼロクロス点の周期を測定し、光スポットと光ディスク 101 上のトラックとの相対的な移動速度を検出する。ゼロクロス点の検出に当っては、ヒステリシスコンパレータ等を使いノイズ成分を除去する。極性判定部 109 は TE 信号のゼロクロス点の時間的に前後区間について WBA

20 信号を調べ、WBA 信号が所定の値（例えば基準振幅の半分）以下になったところを溝間とトラッキングの極性を判定する。ただし、各フィルタの特性で TE 信号と WBA 信号に位相差が出るときには、時間遅れのないように調整する。さらに、溝間と極性判定したときの TE 信号の微分係数が増加か減少かを方向検出部 110 に伝える。

25 方向検出部 110 は、速度検出部 108 で検出した移動速度が所定範囲内にあるときに、前記微分係数によって移動方向を検出し確定する。以上の WBA 信号の値、移動速度、方向検出結果を用いてトラッキング制御部 111 は、トラバースおよびアクチュエータを駆動して光ディスク装置の立ち上げ時およびシーク終了時のトラッキング引き込みを安定に実施する。引き込み方法については後述す

る。

ここでの移動速度の所定範囲の上限は、溝もしくは溝間でのWBA信号が測定できる程度の速度、例えば前述のウオブル信号振幅の説明したように12.5 mm/sec以下とする。ただし、この値はウオブル長やウオブル信号振幅検出方法精度により変化する値なので、扱う光ディスクのパラメータ設定や光ディスク装置設計により、より大きく設定可能である。また、移動速度の所定範囲の下限は、トラッキングが安定に引き込める帯域以下とする。例えば、トラッキングのゲイン交点が3 kHzに設定してあれば、1 kHz程度のTE信号の引き込みは十分可能となる。移動速度に換算すると、 $T_p = 0.5 \mu\text{m}$ の例なら、0.5 mm/secである。

ただし、TE信号の時間的な変化と周期の測定および／または光ディスクの偏心量測定（後述）により、移動方向の反転がないと判定できる条件であれば、トラッキング引き込み帯域以下の値に設定することも可能である。具体的な移動方向反転の検出方法としては、例えばTE信号のゼロクロス周期の変化量の極小点、その近辺のTE信号の振る舞いやWBA信号などから検出できる。また後述する偏心メモリーに記憶された偏心量と方向と偏心光ディスクの回転角度から反転位置が特定できる。光スポットが静止しているときは、偏心方向が反転する位置と移動方向の反転位置は同じになる。また、光スポットの移動速度がトラックと関係なく分かっているときには、その値をオフセットさせれば、反転する回転角度が特定できる。

<方向検出動作の説明>

以上の動作について図6を使って、より詳しく説明する。図6の最上段には、光ディスクのウオブル溝の断面図を示し、そこを光スポットが移動したときのTE信号、WBA信号、RF信号振幅および光スポットからの全加算信号（AS信号）を上から順に示した。ここで示した光ディスクは仮想的に偏心が0で、ある回転数で回転しており、溝間でのWBA信号が変動しない程度の速度で光スポットが移動しているものとする。RF信号振幅とAS信号は、記録トラックが存在する場合および溝と溝間で反射率差がある場合の方向検出を示すために示した。

光スポットの移動方向は図6の左側を内周、右側を外周とし、内周から外周方

向に動かしているとする。ウオブル溝断面では、下に凸の部分が溝部分であり、縦の実線でその中心を示す。溝間は縦の破線が中心である。TE信号は、図のように溝と溝間でゼロとなり、光スポットが移動しているときにはTE信号のゼロクロスが溝、溝間で発生する。この例ではTE信号の極性は、光スポットが溝間
5 (溝上でないことに注意)の中心から外周側に微小変位したとき正、内周側に微小変位したとき負となるよう光ヘッド103が構成されているものとする。

仮に光スポットが、図のように内周から外周に時間的に移動しているときには、溝間のゼロクロス時の微分係数は正となる。逆に移動方向が外周から内周のときには、微分係数は負となる。つまり、溝間と判定できる点での微分係数を調べ
10 ることで移動方向が分かる。WBA信号は、図の中段の下向き矢印aおよびbの溝間で大きさがしきい値を切る。a、bそれぞれのポイントで、TE信号のゼロクロスが発生し、微分係数がともに正なので、いずれの点でも移動方向を内周から外周と判定できる。ここでのしきい値の具体値としては、移動中の複数のゼロクロス点でのWBA信号の異常値を除くピーク値を基準として、その1/2とす
15 る。こうすれば、図4で説明したように3本に1本の割合で溝間を見つけられるので十分極性検出が可能になる。前述のようにウオブル長やトラックピッチが変わった場合、溝間ウオブル信号振幅のトラック毎の値が変化するので、それを計算した上でしきい値を変化させ上記のように1/3程度の本数の溝間を検出できるようにしておくのが望ましい。

20 判定点は基本的に1ポイントでいいが、光ディスクのディフェクト等によって誤検出しないように、複数の溝間判定点を多数決判定する方法や、しきい値を用いた0、1判定以外に溝間と判定されたゼロクロス点でのWBA信号の平均値が、溝と判定されたゼロクロス点でのWBA信号の平均値よりある程度以上大きいことを確認する方法、ならびに、溝間判定ゼロクロス各点のWBA信号値のバラ
25 つきが、溝判定ゼロクロス各点のWBA信号値のバラつきより大きいことを確認する方法などを用いて、方向検出の確度を高めることができる。なお、WBA信号の検出に際して溝と溝間でAS信号の大きさに差があるときには、WBA信号はAS信号で正規化しておく必要がある。特に、この正規化はWBA信号の平均値測定による確認時には必須となる。

移動方向の検出は、移動速度が所定範囲内の時に有効とし、移動速度が所定以下になったときには無効とする。一方、光ディスクの偏心が大きい時またはシーク途中でトラバースを動かしている時のように移動速度が所定値より大きいときには、WBA信号が検出できないため方向検出は実施しないが、一度検出した移動方向は、減速していないため有効のままとする。なお、シーク時には移動方向が予め分かっているので、移動方向を事前に方向検出部110に設定しておきその方向と、目標トラック近くの光スポット減速により所定の移動速度以下になって検出した方向の一致を確認する機能を方向検出部110に実装して、シーク制御の正常動作を確認してもよい。

- 10 図6に示すRF信号振幅は、記録トラックと未記録トラックが混在する場合の波形である。この例では、4トラックが記録されているとしており、そこ（溝上）を光スポットが通過する白四角印の点でしきい値を超えている。従来の技術では、記録トラックが連続する場合しか方向検出が正しくできなかったが、本実施例とほぼ同様の手段を用いれば、TE信号のゼロクロス点で所定しきい値以上のRF信号振幅がある点を溝上（溝間でないことに注意）と判定し、そのときのTE信号の微分係数によって移動方向が正しく判定できる。ただし、微分係数の極性の正負はWBA信号使用時と反対になる。また、このときの移動速度範囲の上限は、ウオブル信号よりRF信号の周波数が高く高速移動でもRF信号の振幅が検出できるため、ウオブル信号振幅使用時よりも高く設定できる。

- 20 図6のAS信号には、光ディスクのL/G比によって溝と溝間の反射率差がどのように観測されるかを示した。未記録区間を見ると、L/G比がほとんど1の場合には、反射率差がないので方向検出にAS信号は使えない（実線波形）。しかし、L/G比が1より大きいときと小さいときで、AS信号は図のように溝と溝間で変化する。例えばL/G比<1のときには、溝の反射率（白四角印）が溝間の反射率（黒四角印）より小さくなるので、これを従来の技術のように利用して方向検出が可能となる。
- 25

ただし、この発明で想定しているような状況、すなわち溝と溝間の反射率差がフォーマットで規定ができない状況では、従来の技術をそのまま使うわけにはいかない。L/G比によって方向検出結果が逆になるためである。これを回避する

- には、トラッキングを溝および溝間にかけて反射率をそれぞれ測定して、反射率差と溝と溝間での大小を予めチェックして方向検出に利用すればよい。トラッキングオフ状態であっても、ウオブル信号振幅またはRF信号振幅の極性判定結果を参照しながら、溝と溝間の反射率差は測定できる。また、予め光ディスク製造
- 5 段階で反射率差を測定しておき、光ディスク上にその値を記録しておき、起動時にその値を読み取って、それを利用するように構成することも考えられる。

- しかし上記のようにしても問題はまだある、AS信号は、相変化ディスクの記録のように記録マークの反射率が低くなる場合には、図の矢印cで示すように記録トラックである溝上の反射率が低くなり溝間との反射率差が逆転する可能性がある。
- 10 ある。この状態は L/G 比 >1 のとき、または約1のときに発生する。好ましくは L/G 比 <1 であれば逆転は発生しないが、これは保証の範囲ではない。このような場合においても本発明、RF信号振幅によって記録トラックを除外し、本実施例とほぼ同様の手段を用いれば、ウオブル信号やRF信号振幅と同じく間引き状態の極性判定が可能である。除外する部分はRF信号振幅で溝上である判定
- 15 ができるので、反射率差のあるAS信号（存在する場合のみ）とRF信号振幅を用いれば、全ての溝極性をどちらかの信号で判定することが可能となる。

以上述べた、RF信号振幅（記録トラックがある場合）およびAS信号（溝と溝間で反射率差のある場合）をウオブル信号振幅と併用して極性判定と方向検出に用いれば、より信頼性の高い検出が可能となる。

- 20 以上、TE信号とWBA信号を用いたトラッキング極性判定、移動速度検出、方向検出について説明したが、以下にその方向検出結果を利用したトラッキング引き込み動作を説明する。

<立ち上げ時のトラッキング引き込み動作説明>

- 図7は、トラッキング制御部111のトラッキング引き込み処理の動作を説明する図である。図上段の正弦波群は光ディスクのトラック群が偏心している状態を図化したものである。偏心量は図解のため ± 9 トラックと小さくした。横軸方向は光ディスク1.25回転分の偏心状態である。光スポットは図の破線位置に静止しているとしている。光ディスクが回転すると偏心により、光スポットをトラックが横切る（溝横断）。そのときの回転角度に応じたTE信号を下段に示し
- 25

た。溝横断したトラックをまとめて、ここでは偏心トラック群と呼ぶ。また偏心トラック群の最外周、中心、最内周にあるトラックを、それぞれ外周トラック、中央トラック、内周トラックと呼ぶ。図の偏心状態で光スポットを横切るトラックは、回転角度0度で中央トラック、90度で内周トラック、180度で再び中央トラック、270度で外周トラックとなり、360度で1周期となりこれを繰り返す。

光ディスク装置の立ち上げ時の引き込みトラックは、通常トラバース制御をしない状態でトラッキングオン後の光ヘッド103の対物レンズの駆動平均位置が光軸の中心となるトラックであることが望ましい。いわゆるレンズシフトが最小となるトラックであり、具体的には中央トラックもしくはその付近のトラックに引き込むようにしたい。外周トラックまたは内周トラックでは、トラック移動速度が小さくトラッキングは引き込みやすいが、トラッキングオン後のレンズシフトがそれぞれ外周方向または内周方向に最も大きくなり、レンズシフトを補正するためトラッキングオン後のトラバース移送時間を待ってからでないと、録再処理に移行できない。したがって、トラッキングの引き込み目標トラックは、次に示す特別な場合を除き、中央トラックとする。

特別な場合とは、例えば消費電力を減らすため録再中のトラバースを停止・固定して、録再に影響のないレンズシフト範囲以下のトラック数を録再ユニットに分けて、ユニットごとに連続録再を行い、次のユニットへトラバースで移行するような、間欠録再時の場合である。より詳細には、トラッキングオフ状態でまずトラバースを録再ユニットの中心トラックの移送し停止させた後、まず内周トラック付近でトラッキングを引き込み、そのトラックから録再開始トラックへアクチュエータのみでアクセスし、そこから外周に向かってアクチュエータのみでスチルオフ（非ジャンピング）してトラックを追従させながら録再を行い、外周トラックで録再が終わったらトラッキングを外す、といった一連の動作を繰り返して間欠録再する。内周トラック付近に引き込めば、内周側にある録再開始トラックまで一番速くアクセスできる。ただし、録再ユニットが連続しており、録再を連続して実施する場合には、トラッキングをオフにせずに連続して録再する。

トラッキングの引き込みは、偏心量によって制御方法を変える。そのため、引

き込み前に偏心量の測定を行う。その測定には、いわゆる偏心メモリーと呼ばれる偏心記憶機能をトラッキング制御部 111 に設けて使う（不図示）。偏心記憶機能は、光ディスクの少なくとも半回転の間、ディスクモータ 102 の回転位置信号に基づいた回転角度と、方向検出部 110 の検出結果と、TE 信号のゼロクロス周期から偏心量を測定し、一回転分の偏心量として記憶する。半回転のときは残りの半回転が逆相の偏心であると仮定して偏心量を計算して、非測定区間のデータを補って一回転分の偏心量を保存する。もちろん時間に余裕のあるときは 1 回転分の偏心量を測定してもよい。

偏心が極めて少ない場合は、光スポットを横切るトラックの溝横断速度は安定にトラッキングを引き込める値以下で、しかも偏心トラック群の本数が少ないので、任意のトラックでトラッキングを引き込んでも目標とする中央トラック付近に引き込める。なお、偏心が極めて小さいときで移動速度が所定値以下のときには、ウオブル信号振幅による方向検出が正常に機能しないので、偏心記憶機能も正常に動作しないが、その内容はトラッキング引き込み安定化に必要なないので、特に問題とならない。別用途で偏心記憶機能を使うときには、トラッキングオン時のアクチュエータ駆動電圧から偏心測定をしてその値を偏心記憶機能に格納して使う。

偏心量が方向検出できる程度に多いときには、偏心記憶機能で予め偏心量を測定しておく。引き込みたいトラックによって、図に示す a、b、c または d 点でトラッキングを引き込む。点 a と点 c はそれぞれ内周トラックと外周トラックに引き込む場合であり、いずれの場合も光スポットが目的トラックを通過する瞬間に、トラッキングをオンすることでトラッキングが引き込める（黒矢印）。一方中央トラックにトラッキングを引き込むには、回転角度 180 度もしくは 360 度で、光スポットが中央トラックを通過すると同時に、偏心記憶機能から読み出した偏心速度に相当する駆動力でアクチュエータを動かし、光スポットを中央トラックにほぼ追従させる（白矢印）。十分安定にトラッキングを引き込めるようにするため、中央トラックの偏心速度とアクチュエータの移動速度がほぼ同じとする。そして、それぞれ点 b と点 d でトラッキングをオンすることで、ほぼ中央トラックにトラッキングを引き込むことができる。速度の判定には、速度検出部

108の測定結果を使用する。

さらに偏心が大きい場合、前述のように中央トラックが光スポットを横切る溝横断速度（移動速度）が、方向検出部の所定移動速度範囲を超えることもありうるが、最高移動速度に達する前の所定範囲にある移動速度で方向検出できるので
5 偏心記憶機能には正常に偏心量を記憶できる。したがって、トラッキングの引き込みは、図7の点a、b、cまたはdと同じように実施できる。

図8は、中央トラックにトラッキングを引き込む別の方法を示すものである。

この例では、前述の偏心記憶機能の回転角度によって偏心量に相当する駆動力でアクチュエータ駆動して、光スポットを偏心に追従させている。その結果、光
10 スポットはほとんど中央トラック付近を追従していることになる。そのときのTE信号は下段のようになる。もっとも実際には、トラッキングを引き込んでいないので、TE信号が0近辺になるとは限らないし、数本レベルの溝クロスは発生する。しかしトラッキングの引き込みに影響するほどではなく、図の点a、bまたはcのどこで引き込んでも、ほぼ目的の中央トラックに引き込むことができる
15 。各点までの白矢印がオープンループの駆動で、黒矢印がクローズループになりトラッキングオンしている状態である。

なお、トラッキングオンしている状態でも、偏心記憶機能によるアクチュエータ駆動をフィードフォワードによって継続することで、偏心量が内外周によらず、回転角度で一定している場合には、トラッキングの制御算残差を低減できる。また、偏心記憶機能によるアクチュエータ駆動をしたまま、内周トラック、外周トラック、または任意のトラック付近にトラッキングを引き込みたい場合には、アクチュエータ駆動信号に適切なオフセット信号を重畳することで実現できる。
20

<シーク終了時のトラッキング引き込み動作説明>

以上のトラッキング引き込みの説明は、基本的に光ディスク装置立ち上げ時の引き込み動作を説明したが、次に図9を使ってシーク時のトラッキング引き込みを説明する。この図は、内周から外周にシークをしているときのシーク終了時の動作を説明するもので、シーク開始から途中までの速度制御については省略している。
25

このシーク動作で、立ち上げ時の引き込みと違うのは、シーク中にはトラバー

5 スを動かし光ヘッド103を移送させていること、およびトラッキングを引き込みトラックが正確に目標トラックとする点である。目標トラックでのトラッキング引き込みは、シーク開始トラックから目標トラックまでのトラック本数と、極性判定部109に基づきTE信号の溝ゼロクロスでカウント数を回転による増減
10 で補正したトラック数とが、一致した点で実施する。この機能は、溝カウント機能と呼び、トラッキング制御部111に組み込んでいるものとする。シーク開始および終了時で、光スポットの移動速度が遅い時には、光ディスクの偏心によって、横断トラックの移動方向が逆転することがある。このときは、溝カウント値
15 をシーク中にも効かせて、相対的な偏心量をほぼ0にしつつ、光スポットの移動方向が一定方向になるよう、シーク開始時の光スポットの移動速度を偏心速度以上にするとともに、トラッキング終了時の速度も移動方向が逆転しない速度で移動させ続けるように制御するものとする。

15 溝カウント数が図のように残り少なくなり、移動速度を所定速度以下に減速できると、点aおよび点bで極性判定部109により溝間の判定ができ、その結果に基づき方向検出部110で移動方向を確認できる。一定の移動速度で移送をしつつ溝カウント値の値に基づき、光スポットが目標トラック手前の溝間点cになったとき、トラバース駆動をオフしてトラバースを停止させるとともに、アクチュエータに、トラック移動速度より若干遅い速度にできるよう波高値と幅を調整
20 したキックパルスを入周方向に加える。そうして、光スポットと目標トラックの相対速度を抑えたタイミングでトラッキングオンすることで、目標トラックの溝上に安定にトラッキングを引き込ませるように制御する。

25 なお、シーク中であってCLV制御がまだ目標トラックの回転数になっておらず、回転角度を正確に確定できず、偏心メモリーに不正確さがあって、シーク終了時に移動方向に逆転が発生するような場合や、偏心メモリーを実装しない場合には次のような制御とする。すなわち、シーク終了時に、方向検出部110が正常に働いている範囲で、溝カウントを補正しつつ目標トラック付近に一旦安定にトラッキングを引き込む。この引き込みは、立ち上げ時の引き込みの要領でよいが、引き込めるトラックは目標トラックとは限らないので、引き込んだあと、改

めて目標トラックにシークする。この場合は連続ジャンプ程度の近距離シークなので、安定なシークが実現できる。

次に、本実施の形態の主要な動作を図10のフローチャートを用いて説明する。

光ヘッド103は、プッシュプル信号の検出を待ち（S1002）、プッシュ
5 プル信号をLPF104とBPF105とに出力する。

LPF104は、プッシュプル信号からウオブル信号成分を除去し、トラッキングエラー信号を速度検出部108と、極性判定部109と、トラッキング制御部111とに出力する（S1004）。

BPF105は、プッシュプル信号のウオブル信号帯域を通過させ、ウオブル
10 信号を検波器106に出力する（S1006）。検波器106は、ウオブル振幅成分を抽出し、LPF107に出力する。LPF107は、アドレス情報の変調による局所振幅変動を除去し、ウオブル信号振幅を極性判定部109と、トラッキング制御部111とに出力する（S1008）。

速度検出部108は、トラッキングエラー信号のゼロクロス点の周期を測定し、
15 予め知らされているトラックピッチ T_p を周期で除算して、光スポットとトラックとの相対的な移動速度を計算する（S1010）。計算した移動速度を方向検出部110とトラッキング制御部111とに通知する。

極性判定部109は、ウオブル信号振幅が所定値例えば、基準振幅の半分の値になるのを待ち（S1012）、トラッキングエラー信号のゼロクロス点の前後
20 区間を溝間であると極性判定する。

次に、極性判定部109は、そのゼロクロス点でトラッキングエラー信号の微分係数を計算し、方向検出部110に通知する。

方向検出部110は、通知された微分係数が正であるか否かを判定し（S1014）、正のときは、光ディスクの内周から外周への移動と判定し（S1016）、
25 負のときは、外周から内周への移動と判定する（S1018）。

次に、トラッキング制御部111は、移動速度が所定範囲内か否かを判定し（S1020）、所定範囲外であれば、S1004に戻り、所定範囲内であれば、方向検出を終了する。

（実施の形態2）

図 1 1 は、本発明における実施の形態 2 のブロック図である。この実施の形態 2 の構成は、基本的に実施の形態 1 の機能を包含しているものとし、シーク時の前記溝カウントの誤差補正機能を追加している。具体的には、ウオブル信号振幅計算部 2 0 1 をさらに備え、シーク終了時に溝間のウオブル振幅量の計算値と測定値を比較することで、それまでにディフェクト等による溝カウント誤差を補正して、より正確に目標トラックに到達できるようトラッキング制御部 1 1 1 に溝カウント補正機能を追加しトラッキング制御部 2 1 1 として構成したものである。したがって、ここでは本実施形態の説明では、図 5 ないし図 9 ですでに説明したものは、その説明を省略する。

具体説明の前に、本実施形態の利点を述べる。ウオブル溝でアドレスを入れる場合、フォーマット効率が改善される反面 1 トラックに入れられるアドレス数は従来のセクタ構造の光ディスクより少なくなる。その個数は、小径光ディスクのように半径 1 0 mm 強と内周まで使い込むようなフォーマットだと、最悪 1 回転に数個となるため、回転待ち時間並みに長いアドレスリード待ち時間が発生する。シーク終了時のアドレス確認で、到達トラックが目標トラックでなくリトライを余儀なくされると、このアドレスリード待ち時間が無視できない値となるので、高速かつ安定なシークのためには、長距離シークでも一回で目標トラックに行きつくようにしたい。そのために、本実施形態では、ウオブル信号振幅を用いた溝カウント補正機能を実現している。

図 1 1 におけるウオブル信号振幅計算部 2 0 1 は、目的トラックの外側の溝間のウオブル信号振幅を実施の形態 1 の冒頭で説明した R 、 T_p 、 L_w 、 T_n ならびに θ を入力することで、式 (数 3) ないし (数 5) の演算で、特定のトラックの特定位置の外側の溝間のウオブル信号振幅を計算できるようにしておく。計算は、シーク目標トラック手前の複数トラックの光スポットが横切る回転角度のウオブル信号振幅を求める。事前に、フォーマットデータ、コントロールデータ読み、または測定によって入手できるパラメータである R 、 T_p および L_w は予め入力しておく。残りのパラメータであるトラック番号 T_n と回転角度 θ をシーク終了処理時に入力してウオブル信号振幅の値を計算する。なお、前述の説明で R は、起点となるトラックの半径としてが、特定トラック上のウオブル位相が 0 と

なる基準位置の半径でもよい。この場合は、基準位置をからの回転角度を補正して新たにトラック番号と回転角度を求めて計算する。

溝カウント誤差補正は、シーク終了処理で溝カウント数の残り少なくなった段階で実施する。シーク終了時には、目的トラックから所定本数（たとえば100本）離れたトラックの移動速度を、WBA信号が測定できるまで落とす。そのトラックを通過した時点から、溝間のWBA信号の実際の測定値とウオブル信号振幅計算部201を使った計算値とを、各溝間を通過するごとにそれぞれ測定データ列と計算データ列として記憶する。そしてデータの個数、すなわちクロスした溝間の個数が所定の値を超えたら、計算データ列をテンプレートとして、測定データ列の測定点を前後に数点ずらして相関を計算し、最も一致度が高い（パターンマッチする）測定点のずらし量をズレ量として求める。ズレ量の計算を始める溝間の所定数、および相関計算のずらし点数は、Tp、Lwで決まる溝間のウオブル信号振幅の概略周期（図4参照）より小さく選ぶ。

溝カウントが正確であれば、ズレ量は0のはずであるが、溝カウント誤差があればズレ量の数値として現れる。そしてズレ量が算出できた時点で、溝カウント値をズレ量に応じて補正する。この補正と前述したシーク時のトラッキング引き込み動作により、目標トラックに正確にかつ安定にトラッキングを引き込むことができる。以上で実施の形態2の説明を終える。

なお、本発明の両実施形態の説明では、プッシュプル信号は1ビーム方式としたが、同様の信号は3ビームやDPPのメインビームからも検出でき、実施形態と同様の使い方ができる。

また、3ビームまたはDPPのサイドビームの1個からのプッシュプル信号からTE信号とWBA信号を検出して、同様の光スポットの移動方向検出も可能である。ただし、このときのトラッキングの引き込みはメインビーム位置を意識して制御する必要のあることは言うまでもない。

また、方向検出の結果を利用するのは、立上げ時、シーク終了時のトラッキング引き込みとしているが、以下のような場合を含め方向検出が必要なあらゆる場面に利用する。例えば、シーク時終了時に予測以上に速度低下して、再加速する場合やマルチトラック・ジャンプによるシークのときなどである。速度が所定値

以下になって方向検出結果が信用できなくなっても、再度所定速度範囲に移動速度を回復させたときには新たに方向検出を正しく行えるので、スムーズなシーク動作ができる。

- また、本発明の実施形態の説明は、トラッキング制御装置として示したが、プッシュプル信号をA/D変換した後、現在の光ディスク装置のサーボ制御で主流になっているDSPでソフトウェアにより同等の処理ができるので、トラッキング制御方法としても実施可能である。

- また、上記各実施の形態のブロック図を図5と図11に示したけれども、各構成要素の機能をコンピュータに実行させるプログラムとして記載し、このプログラムをトラッキング制御装置に適用するようにしてもよい。

また、この構成要素は、上記の実施の形態だけに留まるものではなく、同様の効果を生じるもの全てを含む。

産業上の利用可能性

- 15 本発明に係る光ディスクのトラッキング制御装置は、光ディスクドライブ装置に利用することができ、特に、CLV制御目的で所定長のウオブル信号が形成された光ディスクを扱う光ディスクドライブ装置で活用することができる。

請求の範囲

1. トラックがウオブル溝からなる光ディスクのトラッキング制御装置であって、

5 光ディスク上にフォーカシングさせた光スポットからトラッキングエラー信号とウオブル信号とを検出する信号検出手段と、

 トラッキングオフ時に前記トラッキングエラー信号のゼロクロス点の周期とトラックピッチとから前記光スポットと前記トラックとの相対的な移動速度を計算する速度計算手段と、

10 前記ゼロクロス点の近傍で、ウオブル信号振幅値が所定値以下のときに、前記光スポット位置が溝間にあると極性判定する極性判定手段と、

 前記移動速度が所定範囲内にあって、前記溝間と極性判定されたときに、前記トラッキングエラー信号の増減方向から前記光スポットの前記トラックに対する移動方向を判定する移動方向判定手段とを備えることを特徴とする光ディスクのトラッキング制御装置。

15

2. 請求の範囲第1項記載の光ディスクのトラッキング制御装置は、更に、
 前記移動速度と前記移動方向とに基づいて、前記移動速度を低減してトラッキングを引き込む制御手段を備え、

20 前記移動方向判定手段は、前記トラッキングエラー信号の微分係数の正負に従い、光スポットがトラックの内周から外周又は外周から内周へと移動しているかを判定する。

3. 請求の範囲第2項記載の光ディスクのトラッキング制御装置において、
25 前記制御手段は、

 前記光ディスクの少なくとも半回転分のトラッキングエラー信号からの前記移動速度と前記移動方向とに基づき、前記光ディスク1回転分の偏心量を計算して記憶する偏心記憶部と、

前記光スポットを横切る偏心トラック群の中の特定トラックが、前記光スポットを通過する通過タイミングで、前記光スポットを前記偏心記憶部の偏心量に基づき、前記特定トラックにほぼ追従させる追従部と、

- 前記追従をさせながら、前記特定トラックおよびその近くのトラックにトラッキングを引き込む第1の引込部とを有する。
- 5

4. 請求の範囲第3項記載の光ディスクのトラッキング制御装置において、前記特定トラックは、前記偏心トラック群のほぼ中央のトラックである。

- 10 5. 請求の範囲第2項記載の光ディスクのトラッキング制御装置において、前記制御手段は、

前記光ディスクの少なくとも半回転分のトラッキングエラー信号からの前記移動速度と前記移動方向に基づき、前記光ディスク1回転分の偏心量を計算して記憶する偏心記憶部と、

- 15 前記光スポットを、前記偏心記憶部に記憶された偏心量に基づき、偏心トラック群の中のほぼ中央のトラックを常に追従させる第2の追従部と、

任意のタイミングで、前記ほぼ中央のトラックにトラッキングを引き込む第2の引込部とを有する。

- 20 6. 請求の範囲第2項記載の光ディスクのトラッキング制御において、前記制御手段は、

前記光ディスクのウオブル位相の基準半径位置、トラックピッチおよびウオブル長とトラック番号と回転角度で示されるトラック上の任意点に隣接する溝間のウオブル信号振幅を計算する振幅計算部と、

- 25 シーク終了時のトラッキング引き込み前の光スポットの移動速度を前記所定範囲内に抑え、前記方向検出手段から判定した溝間でのウオブル信号振幅の測定データ列として記憶する振幅記憶部と、

目標トラックヘシークするための溝カウント値から、前記光スポットが横断する複数の溝間のウオブル信号振幅を、前記振幅計算部で計算した計算データ列を

テンプレートとし、前記測定データ列との相関により前記溝カウント値のシーク途中のカウント誤差を補正する誤差補正部とを有する。

7. 請求の範囲第2項記載の光ディスクのトラッキング制御装置において、

5 前記極性判定手段は、

前記光ディスクからのRF信号振幅値が所定値以上のときには前記光スポットが溝上と判定する第1の判定部と、

前記光ディスクの溝と溝間からの全光量信号差がある場合に、前記全光量信号で溝上または溝間と判定する第2の判定部と、

10 前記光ディスクの溝と溝間からの全光量信号差がある場合で、前記光ディスクからのRF信号振幅が所定値以上の場所を除外して、前記全光量信号で溝または溝間と判定する第3の判定部とのうち、少なくともいずれかの判定部を有し、

前記移動方向判定手段は、更に前記各判定部のいずれかで溝上または溝間と極性判定されたときに、前記トラッキングエラー信号の増減方向から前記光スポット

15 トの前記トラックに対する移動方向を判定する。

8. トラックがウオブル溝からなる光ディスクのトラッキング制御方法であって、

20 光ディスク上にフォーカシングさせた光スポットからトラッキングエラー信号とウオブル信号とを検出する信号検出ステップと、

トラッキングオフ時に前記トラッキングエラー信号のゼロクロス点の周期から前記光スポットと前記トラックとの相対的な移動速度を計算する速度計算ステップと、

25 前記ゼロクロス点の近傍で、ウオブル信号振幅値が所定値以下のときに、前記光スポット位置が溝間にあると極性判定する極性判定ステップと、

前記移動速度が所定範囲内にあって、前記溝間と極性判定されたときに、前記トラッキングエラー信号の増減方向から前記光スポットの前記トラックに対する移動方向を判定する移動方向判定ステップとを有することを特徴とする光ディスクのトラッキング制御方法。

9. トラックがウオブル溝からなる光ディスクのトラッキング制御をコンピュータに実行させるトラッキング制御プログラムであって、

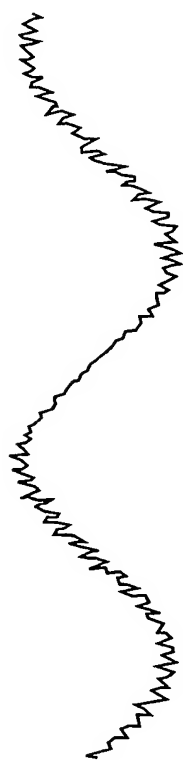
光ディスク上にフォーカシングさせた光スポットからトラッキングエラー信号とウオブル信号とを検出する信号検出ステップと、

- 5 トラッキングオフ時に前記トラッキングエラー信号のゼロクロス点の周期とトラックピッチとから前記光スポットと前記トラックとの相対的な移動速度を計算する速度計算ステップと、

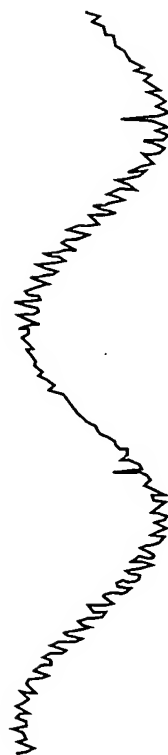
前記ゼロクロス点の近傍で、ウオブル信号振幅値が所定値以下のときに、前記光スポット位置が溝間にあると極性判定する極性判定ステップと、

- 10 前記移動速度が所定範囲内にあって、前記溝間と極性判定されたときに、前記トラッキングエラー信号の増減方向から前記光スポットの前記トラックに対する移動方向を判定する移動方向判定ステップとを有することを特徴とする光ディスクのトラッキング制御プログラム。

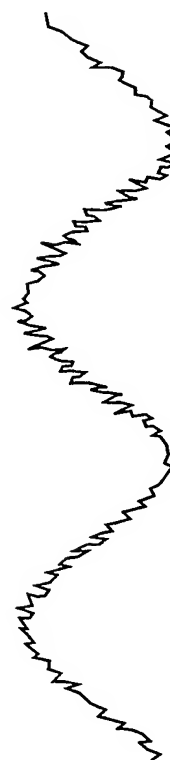
図1



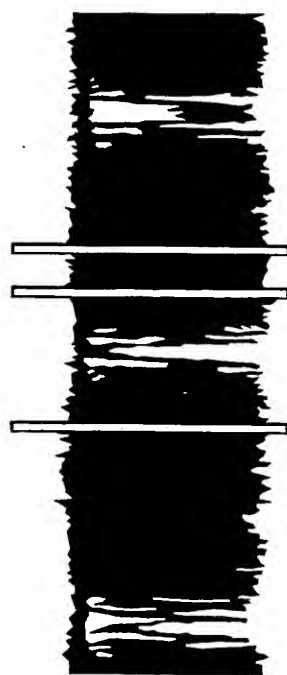
(a)の拡大写真(外周から内周移動)



(b)の拡大写真(内周から外周移動)



(c)の拡大写真
(内周から外周移動。ただし、ウォブルからは方向不明)

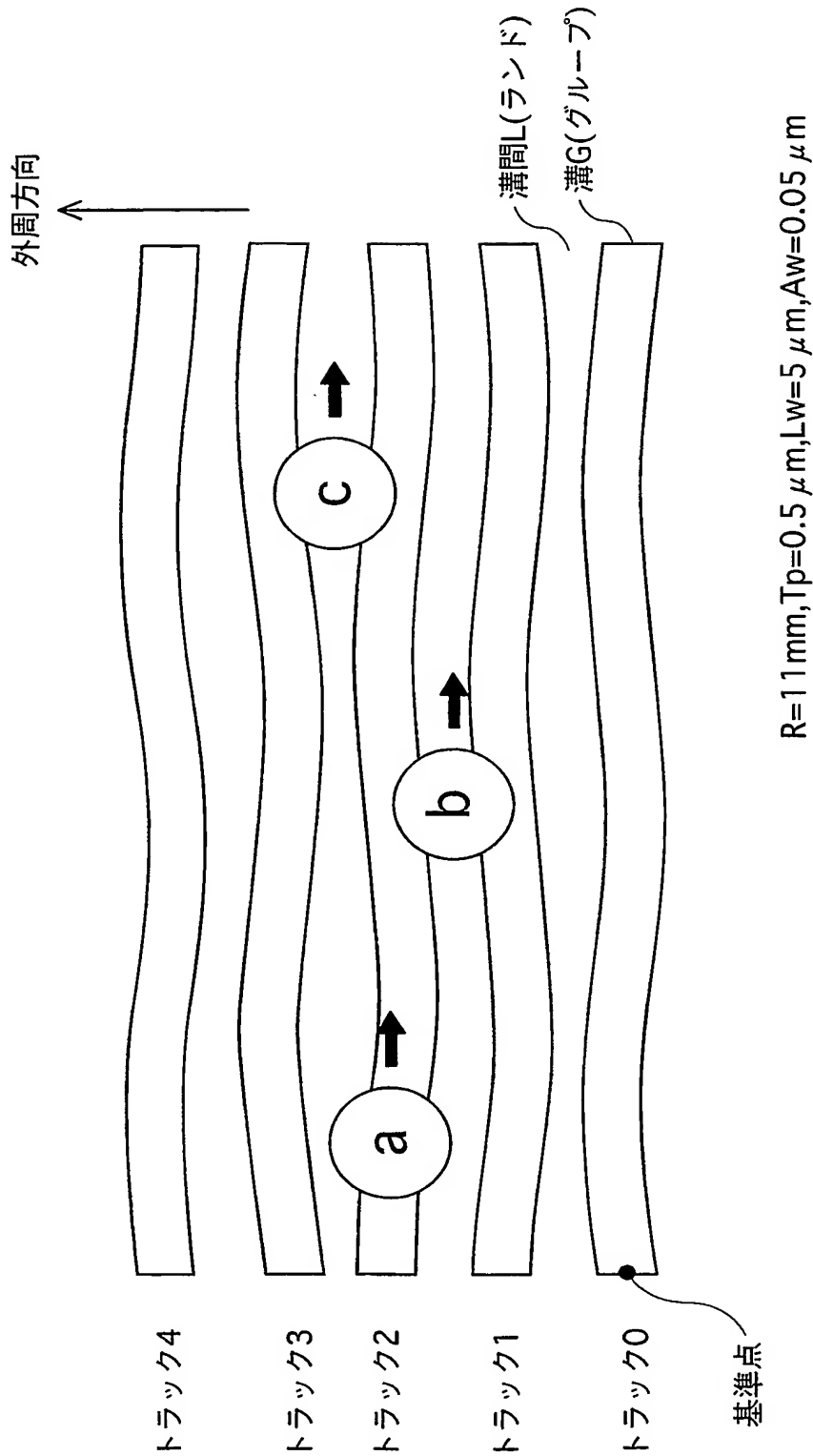


(a) (b)(c)

偏心ディスク1回転分のプッシュプル信号波形
トラッキングオフ時

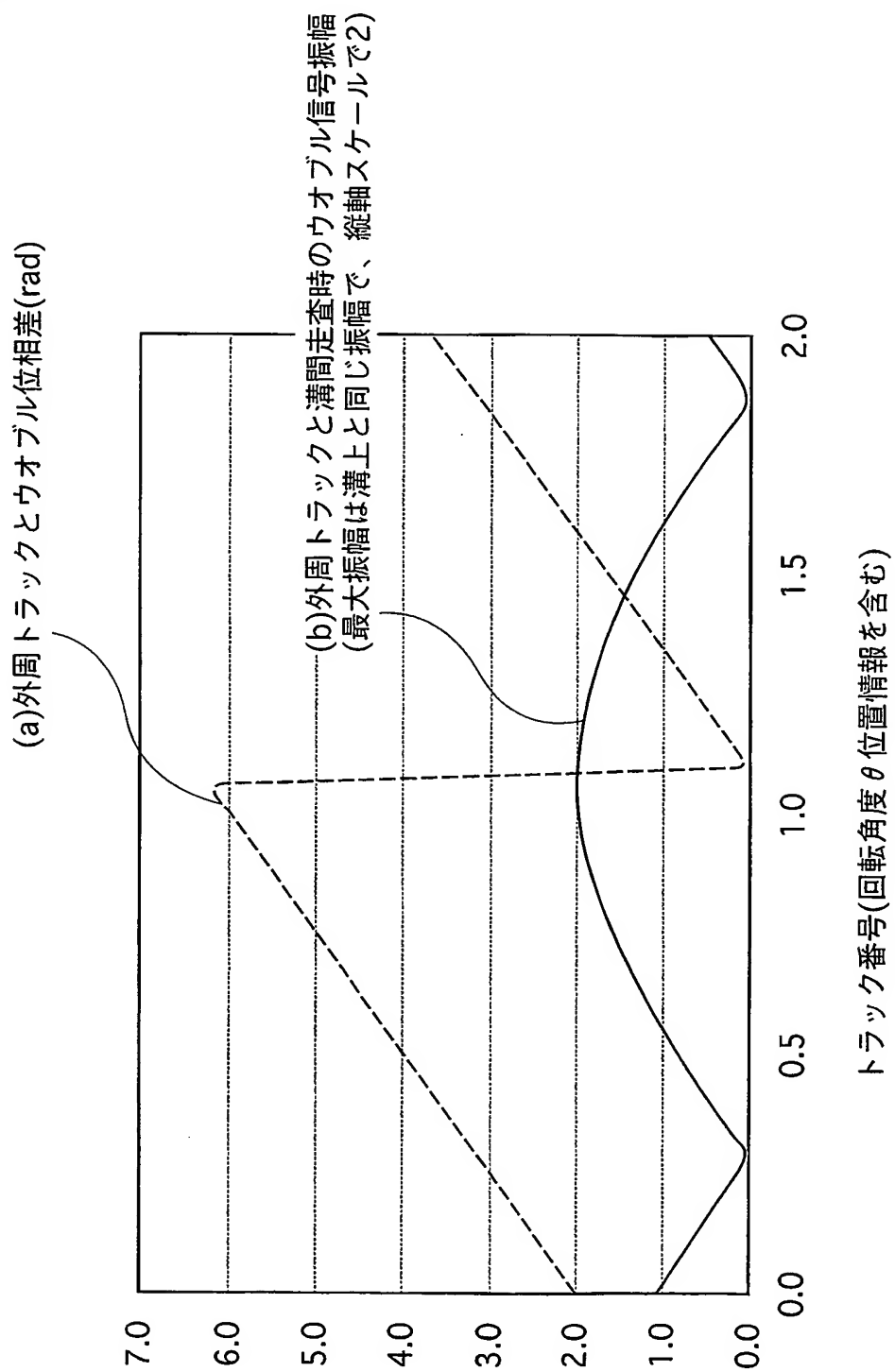
This Page Blank (used)

図2



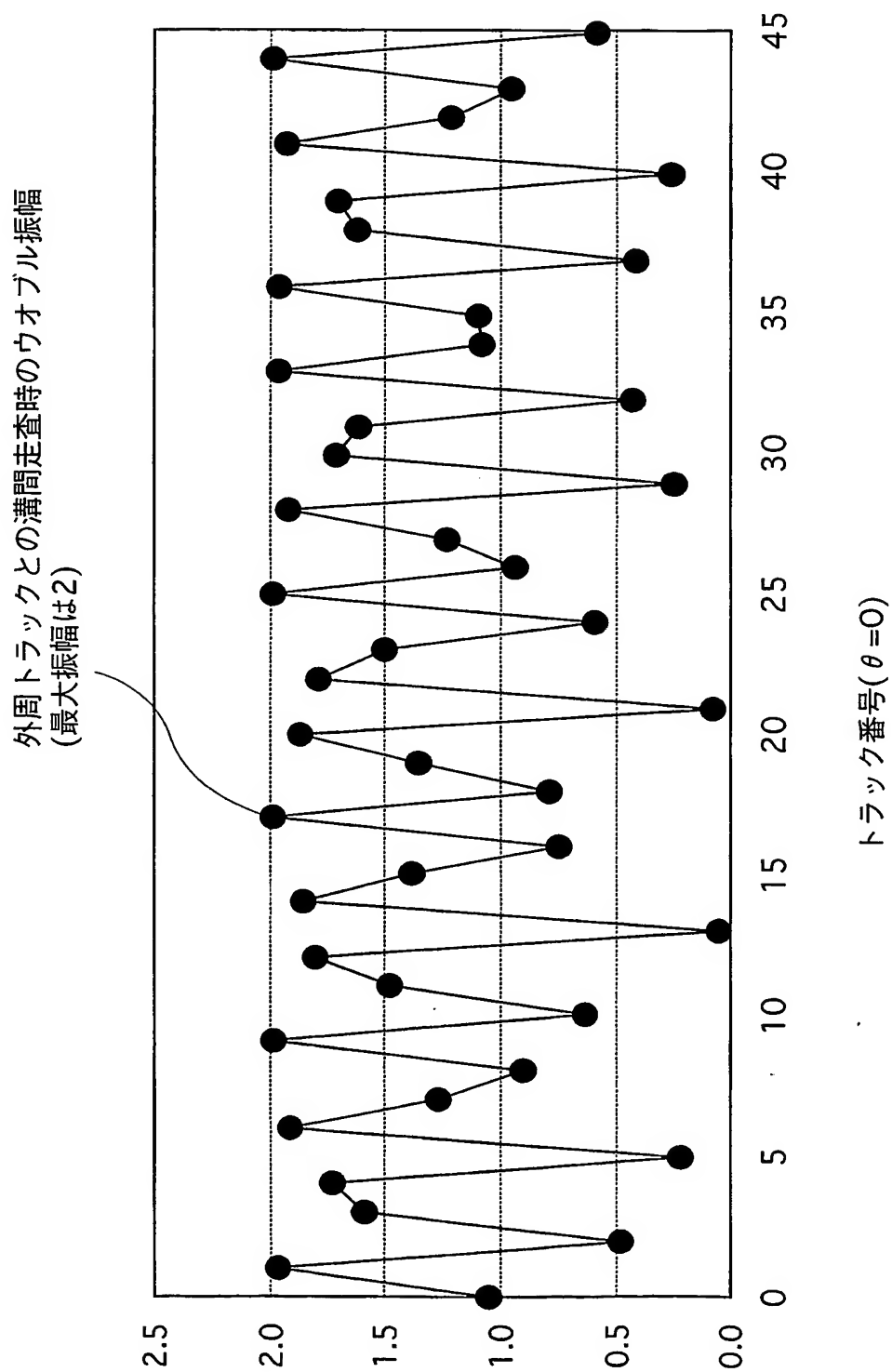
This Page Blank (uspio)

図3



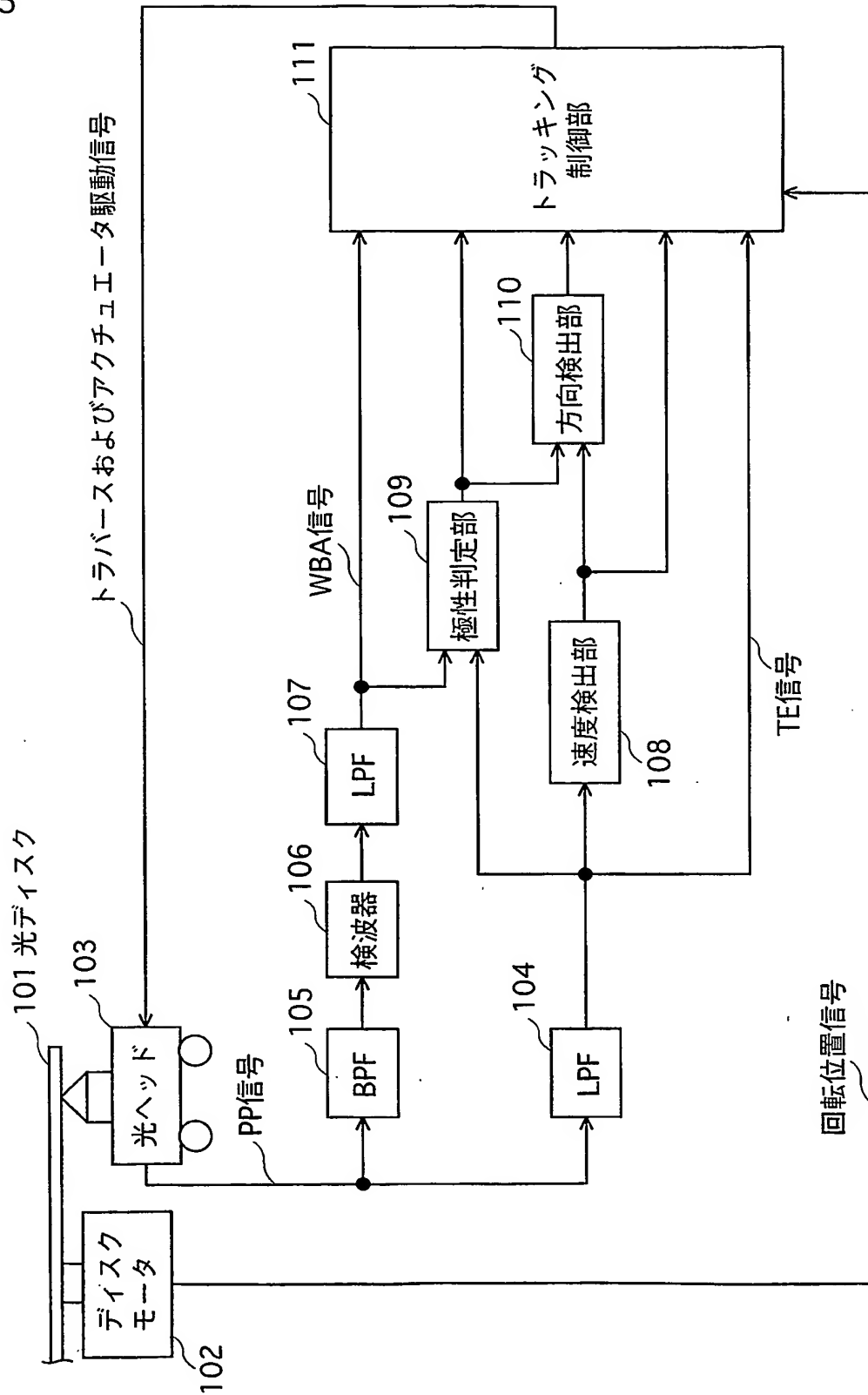
This Page Blank (usps)

図4



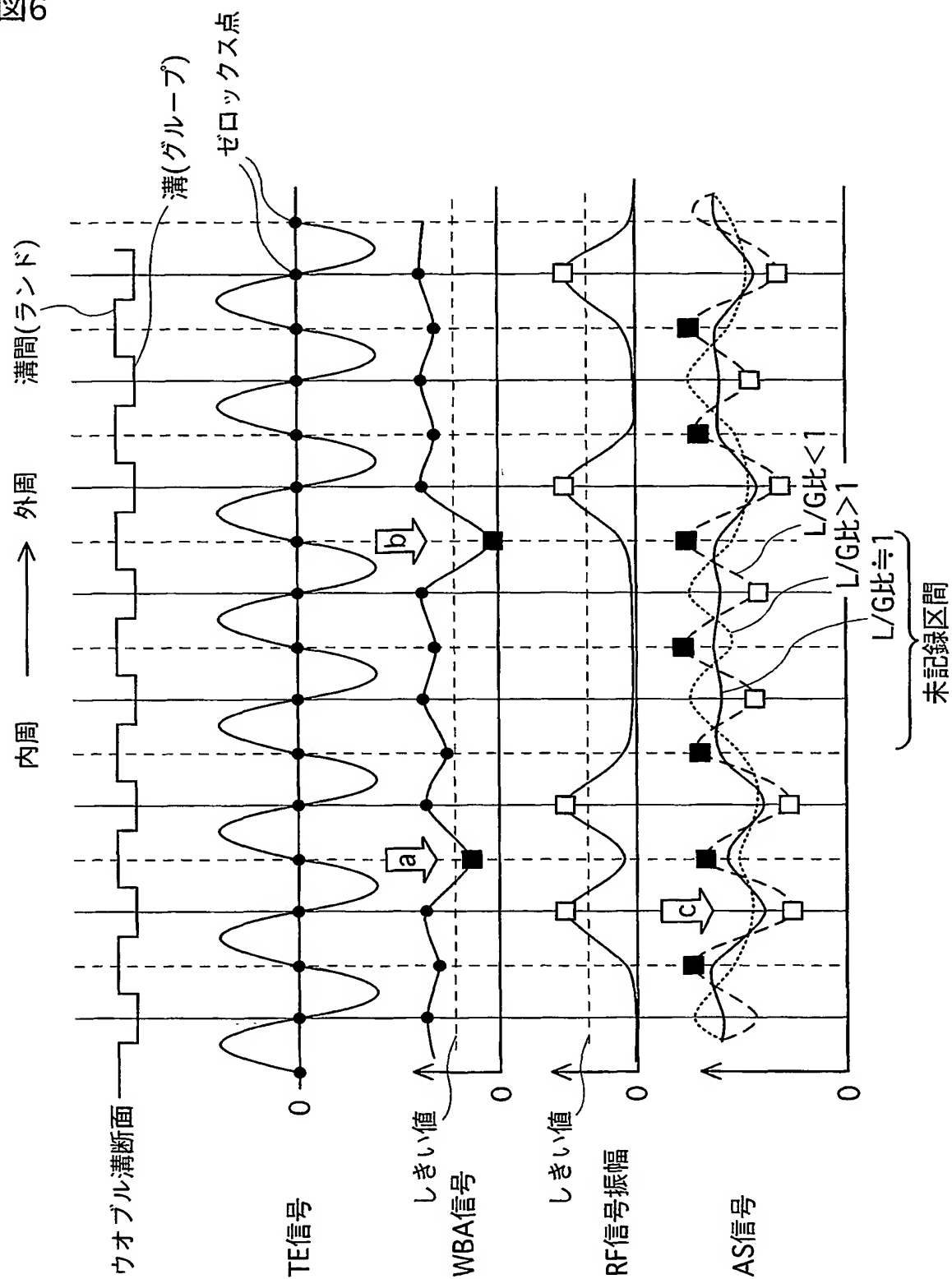
This Page Blank (uspto)

図5



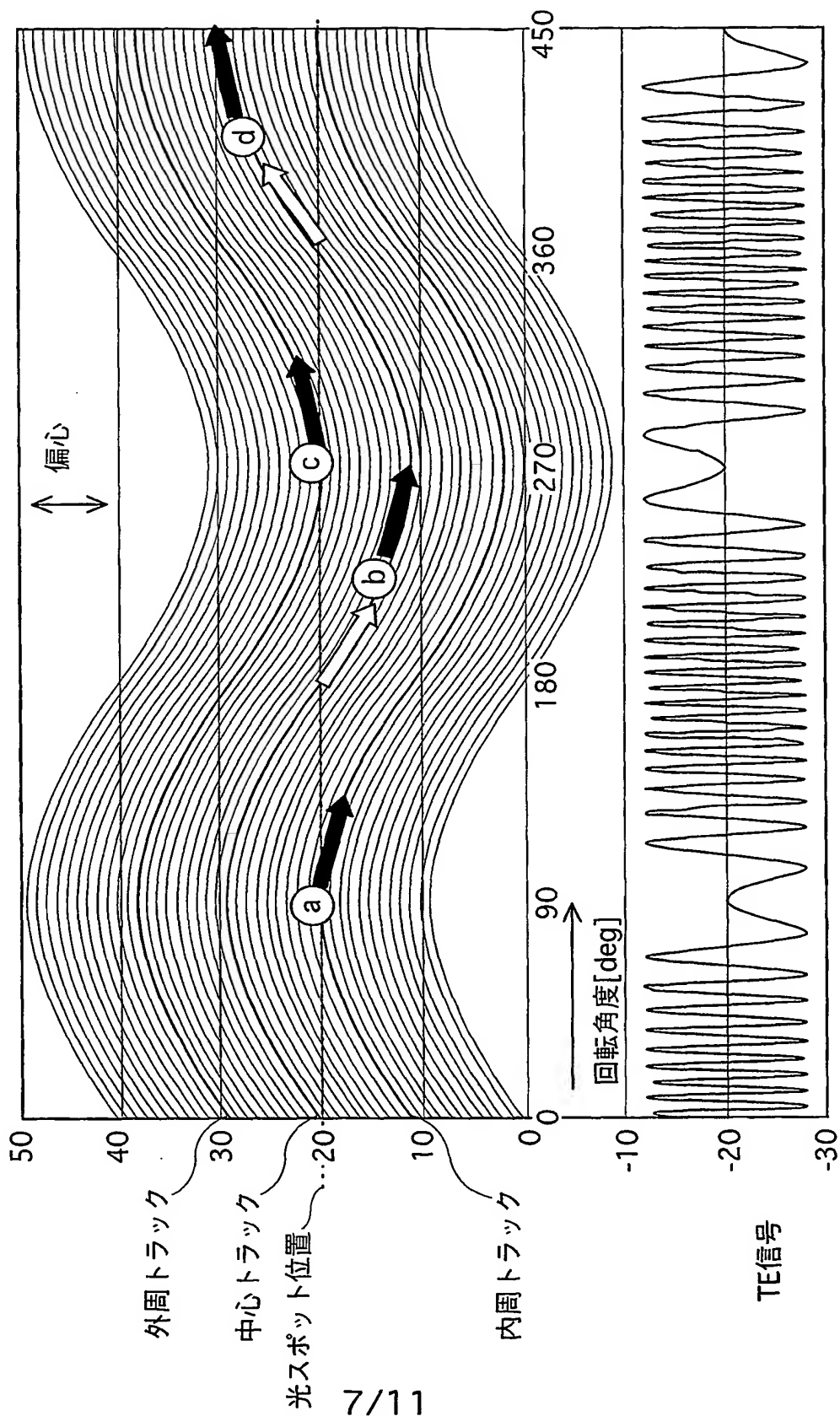
This Page Blank (uspto)

図6



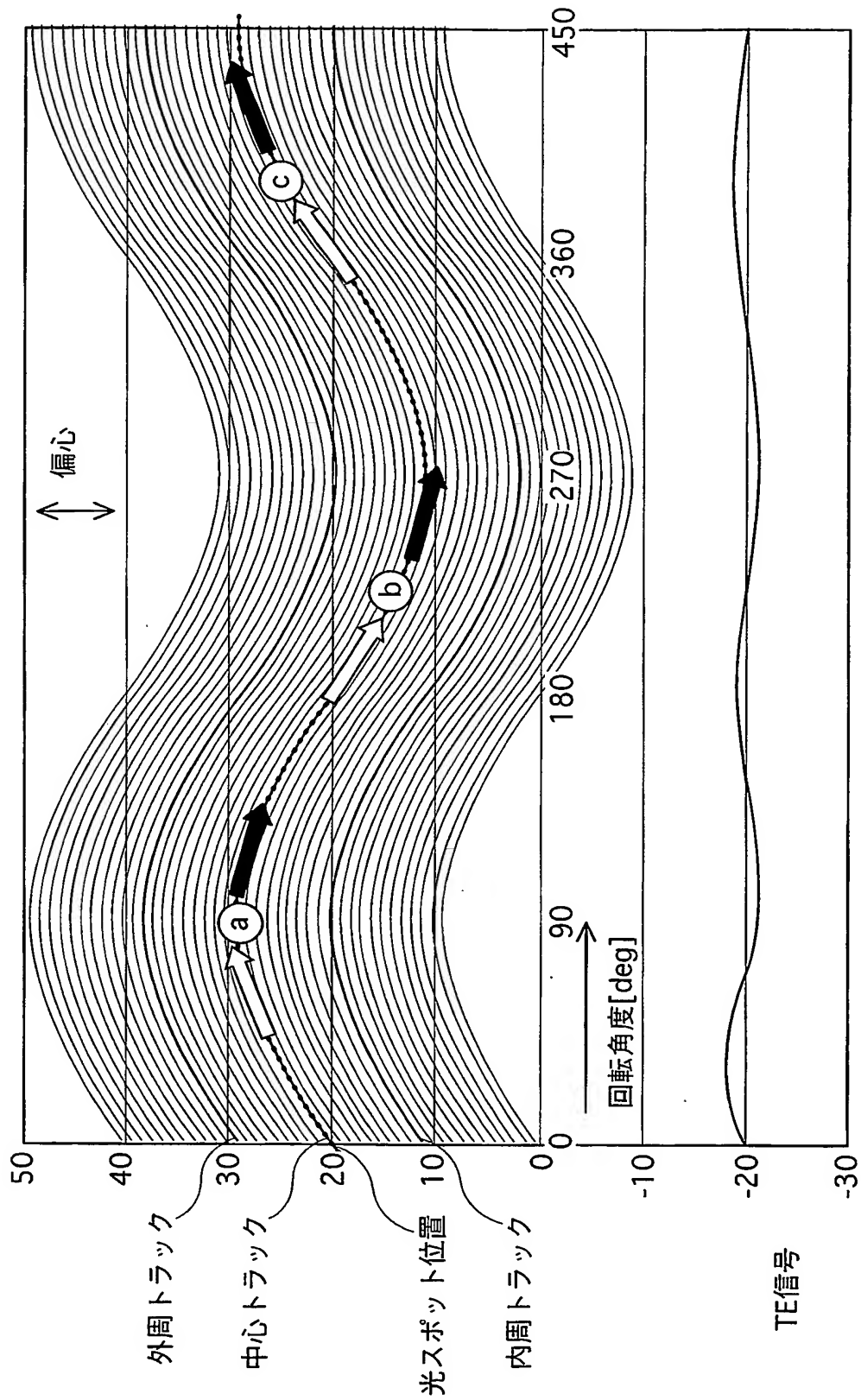
This Page Blank (usps)

図7



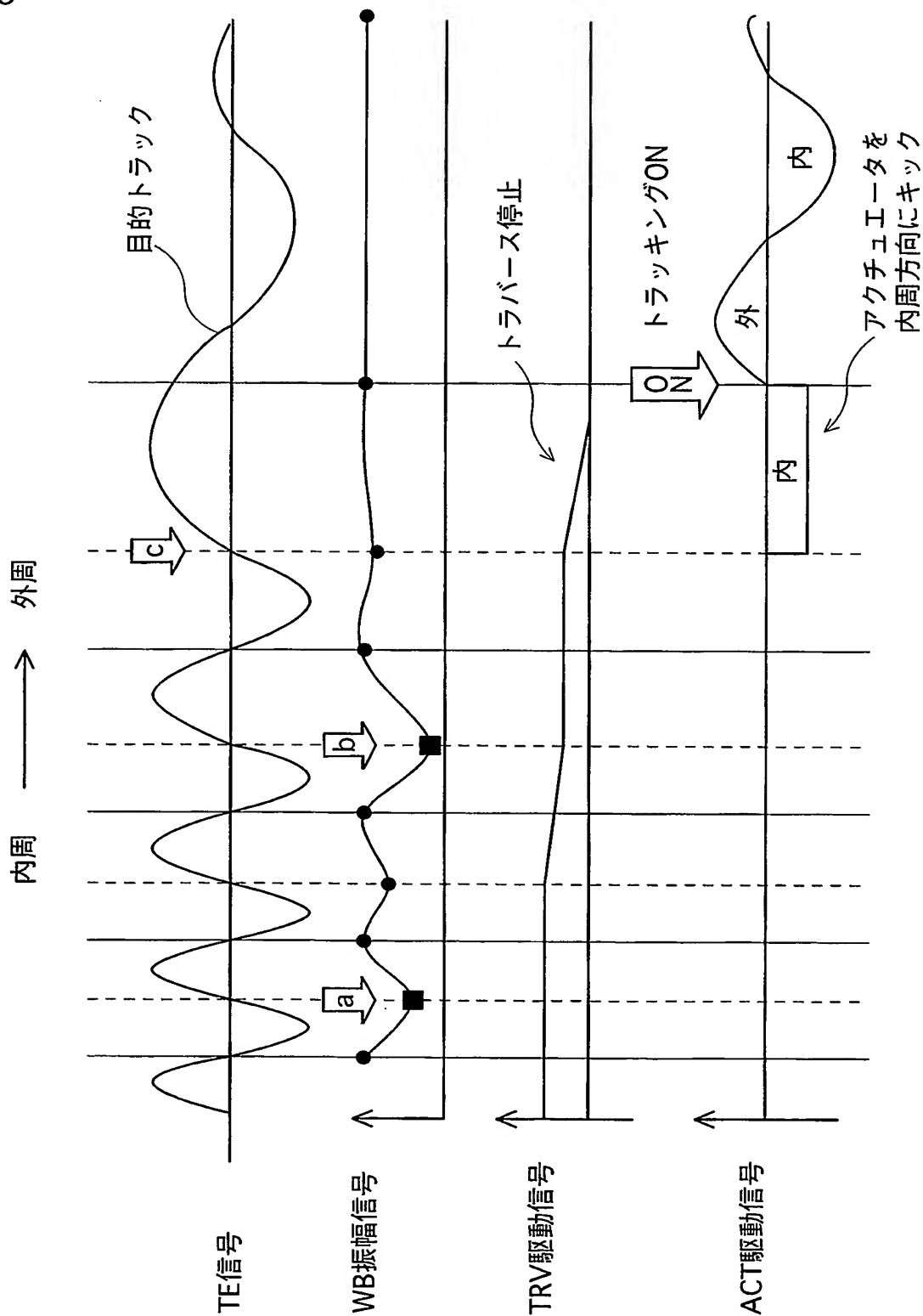
This Page Blank (useful)

図8



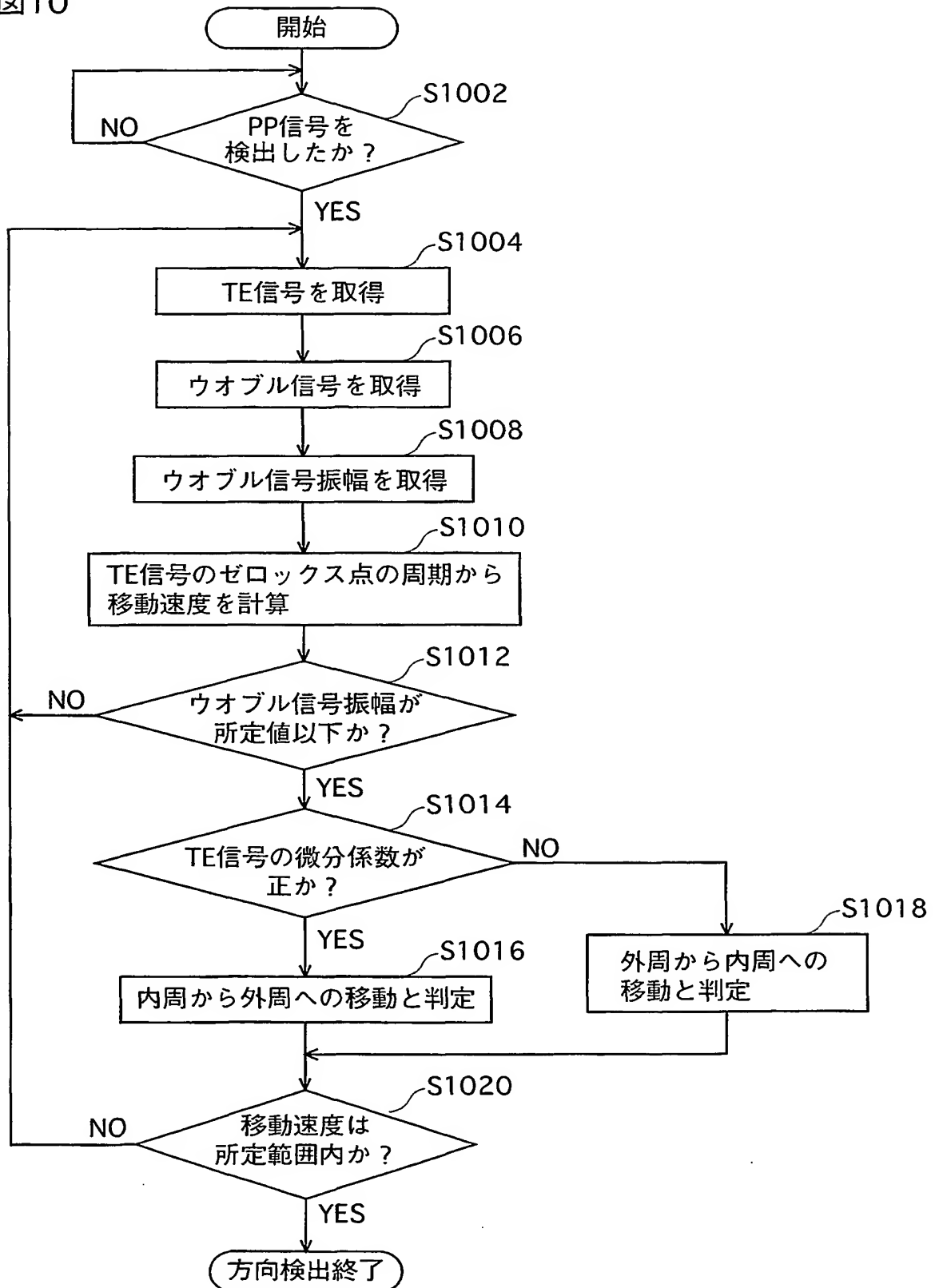
This Page Blank (usps)

図9



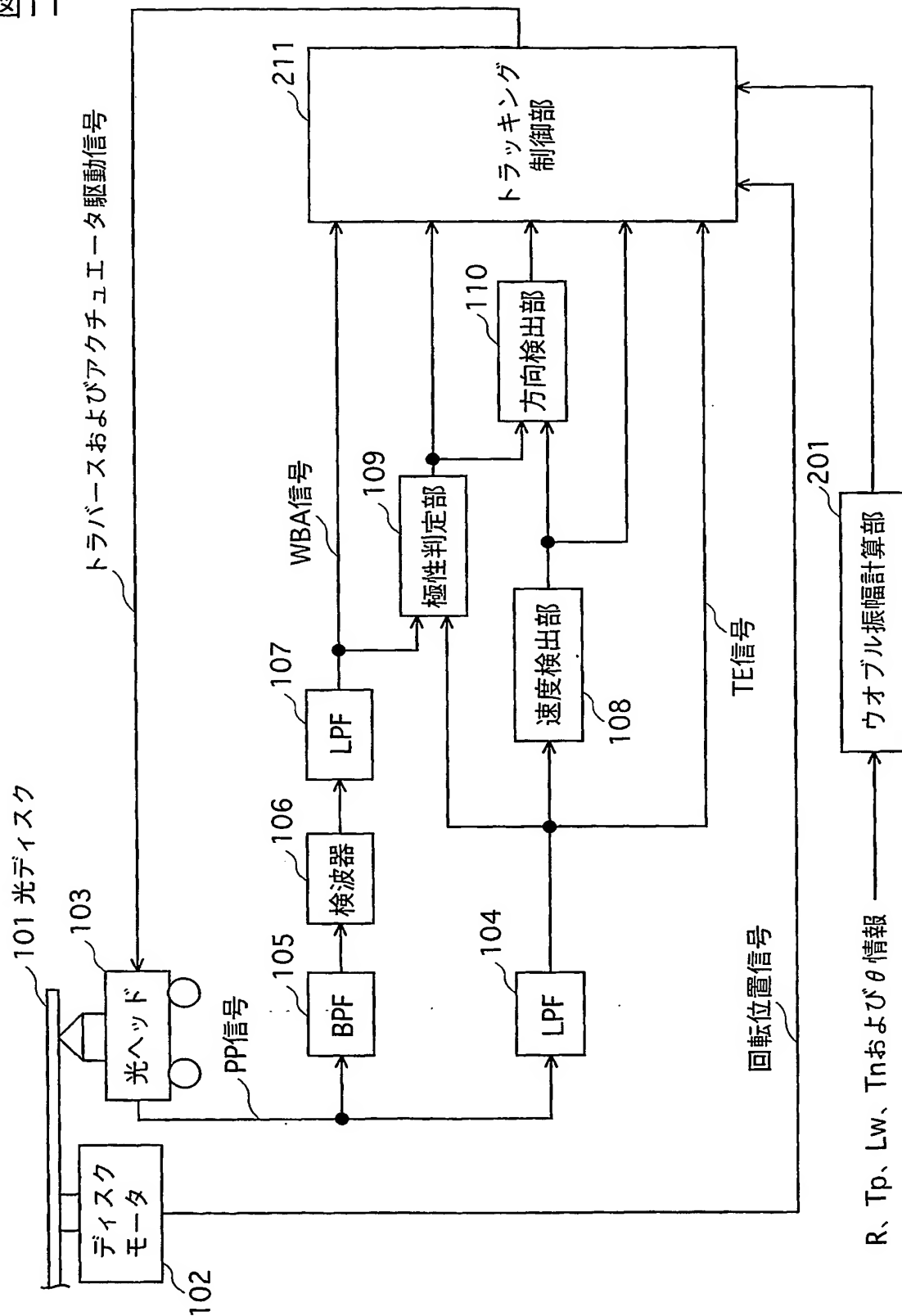
This Page Blank (uspto)

図10



This Page Blank (uspio)

図 11



This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12869

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B7/085

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B7/085Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-202635 A (Victor Company Of Japan, Ltd.), 27 July, 2001 (27.07.01), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-9
P, A	JP 2002-298346 A (Sony Corp.), 11 October, 2002 (11.10.02), Full text; Figs. 1 to 50 (Family: none)	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
☐ See patent family annex.

* "A" "E" "L" "O" "P"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance earlier document but published on or after the international filing date document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" "X" "Y" "&"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art document member of the same patent family
--------------------------------------	---	--------------------------	--

Date of the actual completion of the international search
08 December, 2003 (08.12.03)Date of mailing of the international search report
24 December, 2003 (24.12.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

This Page Blank (uspto)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/085

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/085

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-202635 A (日本ビクター株式会社) 2001. 07. 27 全文, 図1-9 (ファミリーなし)	1-9
P, A	JP 2002-298346 A (ソニー株式会社) 2002. 10. 11 全文, 図1-50 (ファミリーなし)	1-9

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08. 12. 03

国際調査報告の発送日

24.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五貫 昭一

5D 9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

This Page Blank (uspto)